ODS-12

Sistema di Diffusione Omnidirezionale

MANUALE TECNICO E GUIDA ALL'USO

Versione 1.1 – Febbraio 2009

Indice

1. Introduzione

Il sistema di diffusione omnidirezionale **ODS-12** è un apparato per la generazione di segnali audio appositamente studiato per la misurazione di parametri di isolamento acustico, la determinazione del tempo di riverberazione e l'acustica architettonica.
Il dispositivo è composto da un diffusore omnidirezionale e da un sistema contenente un generatore, il sistema di controllo remoto e l'amplificatore.
L'apparato è in grado di funzionare sia utilizzando il generatore di rumore rosa integrato che segnali qualsiasi provenienti dall'ingresso ausiliario.
Il sistema è dotato di un Processore di Segnale Digitale (DSP) che può essere programmato in funzione delle esigenze dell'utente a seconda del guadagno e della tipologia di segnale che si desidera ottenere in uscita dal diffusore.
Grazie al ridotto peso e agli ingombri limitati, il sistema si presta particolarmente a misurazioni nel campo dell'acustica edilizia.

2. Scenari d'uso

ODS-12 può essere utilizzata in varie situazioni in cui si ha la necessità di saturare un ambiente con una densità di energia sonora uniforme:

Misurazione del tempo di riverberazione: è possibile posizionare la sorgente omnidirezionale all'interno di un ambiente e generare un rumore rosa che si propaga uniformemente creando un campo diffuso. Una volta che il livello di pressione sonora si è stabilizzato è possibile interrompere bruscamente il segnale generato in modo da poter registrare l'andamento della pressione sonora e determinare il tempo di riverberazione.

Misurazioni di acustica edilizia: uso sul campo per utenti che necessitano di misure in opera degli indici di valutazione acustica del potere fono isolante delle partizioni orizzontali o verticali. Il sistema consente di determinare l'indice di isolamento acustico in conformità alle norme della serie ISO 140 e ISO 717.

3. Informazioni sul prodotto

Il presente Manuale tecnico e Guida d'uso si riferisce a:

ODS-12

Sorgente sonora omnidirezionale

Versione 1.0 - Dicembre 2008

Il numero di serie del prodotto è visibile sulle targhette poste sul pannello anteriore del sistema di amplificazione e sul diffusore omnidirezionale.

3.1 Descrizione delle parti – Check List

Il sistema di diffusione omnidirezionale è composto dalle seguenti parti:

- n°1 bauletto contenente il generatore, il sistema d i controllo remoto e l'amplificatore
- n°1 bauletto di trasporto del diffusore omnidirezio nale
- n°1 diffusore omnidirezionale dodecaedrico
- n°1 tripode – supporto per diffusori acustici
- n°1 telecomando
- n°1 antenna 433 MHz
- n°1 cavo di segnale speak-on – speak-on
- n°1 cavo di alimentazione
- n°1 manuale cartaceo

3.2 Smaltimento prodotti elettronici – RAEE

Informazioni agli Utilizzatori

Ai sensi dell'art 13 del Decreto Legislativo 25 Luglio 2005 – n° 151 "Attuazione delle Direttive 2002/ 95/CE, 2002/96/CE e 2003/108/CE,relative alla riduzione dell'uso delle sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche, nonché allo smaltimento dei rifiuti"

Il simbolo del cassonetto barrato riportato sull'apparecchiatura o sulla sua confezione indica che il prodotto alla fine della propria vita utile deve essere raccolto separatamente dagli altri rifiuti.

La raccolta differenziata della presente apparecchiatura giunta a fine vita è organizzata e gestita dal produttore. L'utente che vorrà disfarsi della presente apparecchiatura dovrà quindi contattatare il produttore e seguire il sistema che questo ha adottato per consentire la raccolta separata dell'apparecchiatura giunta a fine vita.

L'adeguata raccolta differenziata per l'avvio successivo dell' apparecchiatura dismessa al riciclaggio, al trattamento ed allo smaltimento ambientalmente compatibile, contribuisce ad evitare possibili effetti negativi sull'ambiente e sulla salute, e favorisce il reimpiego e/o riciclo dei materiali di cui è composta l'apparecchiatura. Lo smaltimento abusivo del prodotto da parte del detentore comporta l'applicazione delle sanzioni amministrative previste dalla Normativa vigente.

3.3 Dichiarazione di Conformità ISO

Dichiarazione di Conformità ISO

Ariel Logic di Piana Giovanni

con sede in Via Monte Rosa, 1 – 25069 Villa Carcina (BS),

costruttrice del prodotto denominato

"ODS-12 Sistema di Diffusione Omnidirezionale"

dichiara quanto segue:

- Il **diffusore dodecaedrico**, parte del sistema ODS-12,

risponde alle prescrizioni delle **Norme ISO 140/3 ed ISO140/4.**

Il **diffusore di facciata**, parte del sistema ODS-12,

risponde alle prescrizioni della **Norma ISO 140/5.**

Il rappresentante Legale di Ariel Logic

Giovanni Piana

3.4 Dichiarazione di Conformità CE

Dichiarazione di Conformità CE

Ariel Logic di Piana Giovanni

con sede in Via Monte Rosa, 1 – 25069 Villa Carcina (BS),

costruttrice del prodotto denominato

"ODS-12 Sistema di Diffusione Omnidirezionale"

dichiara quanto segue:

Il prodotto **"ODS-12 Sistema di Diffusione Omnidirezionale"** è conforme: alla direttiva "Bassa Tensione" 73/23/CEE, alla Direttiva EMC 89/336/CEE ed alla Direttiva su marchio CE 93/68/CEE. Sono state applicate le seguenti Norme Tecniche EN 60335-1, EN 301 489-3, EN 300 220-3 per verificarne la conformità.

Il rappresentante Legale di Ariel Logic

Giovanni Piana

3.5 Sicurezza

- Leggere il presente manuale con attenzione e conservarlo per futuri riferimenti.
- Attenersi alla precauzioni indicate nel presente manuale: per il buon funzionamento e per evitare danneggiamenti al sistema, ai prodotti collegati ed alle persone, ogni precauzione ed avvertimento contenuti nel manuale devono essere osservati.
- Tenete il prodotto lontano da fonti di calore e dall'umidità.
- Evitare in ogni modo che liquidi possano entrare nelle aperture del contenitore del sistema di generazione – amplificazione e nelle griglie degli altoparlanti.
- Aggressivi chimici eccessivamente attivi possono danneggiare le superfici dei pannelli comandi.
- Evitare di conservare il prodotto a temperature superiori a 60°C od inferiori a –10°C.
- Non esporre il sistema ad ambienti operativi con umidità condensante.
- Un'errata connessione può portare al danneggiamento del prodotto o dei prodotti ad esso collegati: attenersi alle istruzioni.
- Non cercare di riparare il prodotto autonomamente, ma riconsegnarlo al venditore.
- Non installare parti sostitutive e non eseguire modifiche non autorizzate al prodotto al fine di poter conservare le caratteristiche di qualità e sicurezza originali.

3.6 Garanzia e Limitazione di Responsabilità

Il prodotto viene fornito solo dopo essere stato controllato e sottoposto ad un periodo di test. Esso viene consegnato al cliente finale con l'assicurazione che soddisfi le specifiche tecniche pubblicate. E' inoltre garantito contro difetti dei materiali e di fabbricazione per il periodo sottoindicato, se usato secondo le indicazioni del presente manuale. Il Produttore fornisce garanzia limitata per i suoi prodotti solo alle persone o società che hanno acquistato in prima istanza il prodotto. Il prodotto è coperto da garanzia sulla componentistica per un periodo di **due (2) anni** dalla data di ricevimento da parte del Cliente (con riferimento al documento contabile). In caso di riparazione in garanzia, il prodotto deve essere inviato a spese del Cliente presso il Produttore, mentre i costi di spedizione per la restituzione saranno a carico del Produttore. Terminato il periodo di garanzia, il Produttore dà assicurazione (continuità di produzione della componentistica di base da parte delle case costruttrici permettendo) della riparazione e del ripristino presso la propria sede con spese a totale carico del cliente. L'elevata qualità dei componenti usati e la loro durevolezza e stabilità nel tempo garantiranno comunque funzionalità estesa negli anni successivi e stabilità delle caratteristiche.
La garanzia non potrà essere applicata a difetti derivanti da manutenzione impropria o inadeguata da parte del Cliente, dall'esecuzione di modifiche o procedure d'uso non autorizzate, dall'impiego in condizioni ambientali diverse da quelle specificate nel manuale, da inadeguata preparazione o manutenzione dell'ambiente di installazione. Il Produttore non è responsabile di malfunzionamenti, guasti o danni causati da circuiti implementati da Cliente. La garanzia non è altresì valida per prodotti che sono stati soggetti ad alterazione, incidente, modifica, negligenza, cattivo uso, erronea installazione, mancanza di cura, riparazione non qualificata, alterazione del contenitore o del numero di serie, disassemblaggio, rimozione delle etichette di garanzia; non risponde inoltre dei costi di installazione/reinstallazione per sostituzione né delle spese di spedizione fuori garanzia; di messe a punto successive; di problemi causati da alimentazioni difettose o fuori norma; di danni all'aspetto del prodotto; e di ogni danno possibile proveniente da hardware, software o firmware non forniti dal Produttore dello stesso.

3.7 Copyright

Il prodotto in oggetto è protetto dalle leggi internazionali sulla proprietà intellettuale e sul diritto d'autore, che si rendono operative automaticamente al momento della creazione e del deposito di copia del progetto/prodotto stesso nelle forme e con le modalità prescritte.
Nessuna parte del presente manuale può esser trasmessa, riprodotta, copiata o memorizzata anche solo in parte senza l'espresso consenso del Produttore.
Nomi di costruttori e prodotti nel presente manuale sono menzionati a solo scopo identificativo. Prodotti e marchi indicati, coperti da Copyright o Trademark, sono di proprietà dei rispettivi proprietari.

4. Principi impiegati per la realizzazione della sorgente

I campi di utilizzo di una sorgente acusticamente isotropa sono principalmente due:

1. La determinazione del tempo di riverberazione di un ambiente confinato per la caratterizzazione acustica dello stesso, in modo da poter apportare le modifiche necessarie ad una diffusione del suono idonea alla destinazione d'uso;
2. La valutazione dell'isolamento acustico fornito dalle strutture edili che separano due ambienti adiacenti.

Durante la fase di progettazione della sorgente è stato quindi necessario riferirsi alle principali normative internazionali vigenti in materia, raggruppate nella Serie UNI EN ISO 140-X ed ISO 3382.

5. Normativa vigente

Il punto di partenza per la realizzazione della sorgente omni-direzionale deve essere necessariamente la normativa di riferimento per le misure di acustica edilizia (UNI EN ISO 140-1).
In alcuni casi, per saturare acusticamente un ambiente, è possibile sparare un colpo di pistola a salve. Questo metodo, sebbene molto pratico e di basso costo, presenta diversi svantaggi:

- l'impulso sonoro costituito dal colpo di pistola non ha energia sufficiente alle basse frequenze e non permette quindi di avere una dinamica di misura sufficiente per il calcolo del tempo di riverberazione nelle bande di frequenza più basse;
- non è un segnale di test riproducibile con sufficiente accuratezza; ne consegue che anche la misura del tempo di riverberazione non potrà essere riproducibile a meno che non vengano utilizzate delle medie su misure successive o un integrazione inversa;
- non consente di stabilire un regime stazionario di energia sonora all'interno dell'ambiente, ma solamente la sua risposta all'impulso;
- manda facilmente in sovraccarico il sistema di misura a causa di un fattore di cresta elevato.

In Figura 1 è rappresentata, a titolo di esempio, una generica catena di misura del tempo di riverberazione.
Per poter misurare il tempo di riverberazione di un determinato ambiente è necessario disporre di una sorgente in grado di:

1. Saturare acusticamente l'ambiente.
   Un ambiente saturo garantisce una buona determinazione del tempo di riverberazione (T_{60}). Sorgenti poco potenti non riescono ad innalzare di 60 dB il livello di pressione sonora se non in ambienti molto piccoli; nella maggior parte dei casi ci si accontenta di estrapolare il T_{60} raddoppiando il tempo di decadimento del segnale di pressione sonora di 30 dB (T_{30}).
2. Rendere il campo diretto il più circoscritto possibile.
   Questo significa che la radiazione diretta non deve essere dominante rispetto a quella proveniente dalle riflessioni dell'ambiente. Per poter garantire questo effetto è necessario che la sorgente non abbia direzioni preferenziali di emissione del suono.
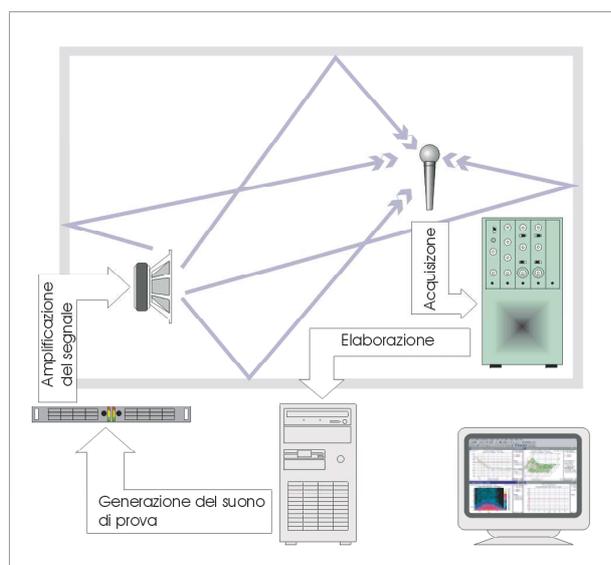
Figura 1: Esempio di catena di misura per la caratterizzazione acustica di un ambiente

La condizione di omnidirezionalità è facilmente verificabile sul campo: l'apparecchiatura di misurazione dovrà fornire un livello pressoché costante per acquisizioni in punti diversi, ovvero il microfono dovrà trovarsi al di fuori della zona caratterizzata dal campo diretto (6 dB per ogni raddoppio della distanza).
In tal senso la norma propone di utilizzare sorgenti irradianti in fase racchiuse in un'unica cassa (*cabinet*). È addirittura suggerita la forma poliedrica da adottare: il *dodecaedro*. Questo perché, secondo la Normativa citata, è assicurata una buona approssimazione di radiazione omnidirezionale dell'energia sonora. Naturalmente nulla vieta di prendere in analisi delle forme che più si avvicinino alla forma sferica come poliedri più complessi.
Per verificare la direttività della sorgente la Norma suggerisce di misurare il livello di pressione sonora secondo le seguenti modalità:

- campo acustico libero;
- misura della pressione sonora ad una distanza di misura 1,5 m;
- segnale di test: rumore (bianco o rosa);
- modalità di acquisizione in terzi di ottava (ISO 140) o in ottava (ISO 3382).

Si ottengono i valori degli indici di direttività facendo la differenza tra il livello energetico medio per l'arco di 360° (L_{360}) e i valori medi ottenuti perlustrando dolcemente tutti gli archi di 30°($L_{30,i}$).
Gli indici di direttività saranno:

$$DI_i = L_{360} - L_{30,i}$$

Per la Normativa ISO 140, si può considerare la radiazione omnidirezionale se i valori di *DI* sono compresi entro i limiti di ±2 dB nell'intervallo di frequenze da 100Hz a 630Hz. Nell'intervallo di frequenze da 630Hz a 1000Hz i limiti aumentano linearmente da ±2 dB a ±8 dB mentre da 1000Hz a 5000Hz assumono valori di ±8 dB. In Figura 2 è rappresentata la maschera di tolleranza.
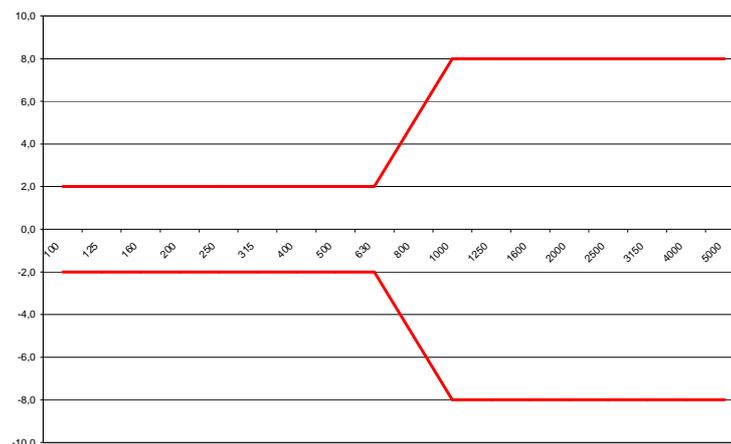
Figura 2: Limiti entro i quali una sorgente è ritenuta omnidirezionale secondo la ISO 140

Per le ISO 3382, si può invece considerare la radiazione omnidirezionale se i valori di *DI* sono compresi entro i limiti di ±1 dB nell'intervallo di frequenze da 125Hz a 500Hz. Nell'intervallo di frequenze fra 1000Hz e 2000Hz i limiti aumentano linearmente da ±1 dB a ±5 dB, mentre per i 4000Hz si assumono valori di ±6 dB. In Figura 3 è rappresentata la maschera di tolleranza anche per tale standard.
Le norme prevedono che anche questa prova, nel caso di sorgenti con singolo altoparlante, vada svolta su diversi piani per essere sicuri che il piano scelto non sia quello di simmetria. Per sorgenti poliedriche è sufficiente un solo piano di misura.
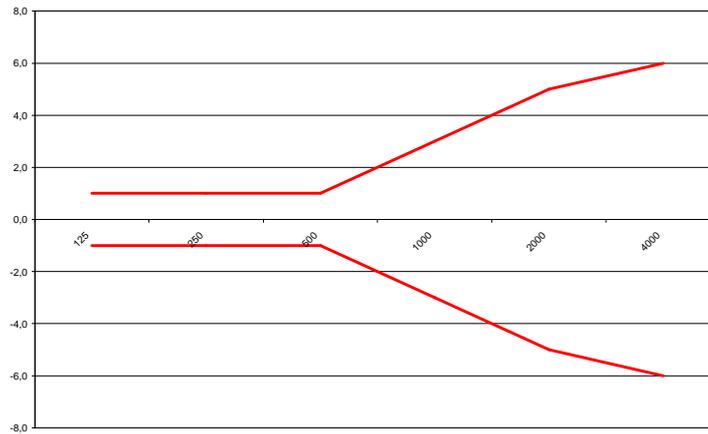
Figura 3: Limiti entro i quali una sorgente è ritenuta omnidirezionale secondo la ISO 3382

6. Scelte realizzative

In base a quanto emerso nello studio della normativa vigente, la sorgente sonora deve avere i seguenti requisiti:

- potenza sufficientemente elevata;
- dimensioni e pesi contenuti;
- omnidirezionalità.

Queste tre caratteristiche sono purtroppo massimizzabili indipendentemente l'una dall'altra. E' stato necessario raggiungere un compromesso fra queste valutando attentamente i vantaggi e gli svantaggi di ogni singola scelta progettuale.

Un aspetto che dipende dalle dimensioni è il fenomeno dell'interferenza distruttiva. Per le basse frequenze questo problema non si pone in quanto le lunghezze d'onda in gioco sono tali per cui tutte le sorgenti possono essere considerate fisicamente posizionate nello stesso punto. Il campo sonoro generato a queste frequenze è approssimativamente sferico e i contributi di tutti i trasduttori si sommano. Con l'aumento della frequenza l'altoparlante diventa via via più direttivo e la distanza fra gli speakers diventa sempre meno trascurabile.
Ponendosi di fronte ad un altoparlante ad una distanza di 1,5 m montato su un dodecaedro si ottiene che i cinque altoparlanti montati sulle facce adiacenti sono ad una distanza per la quale causano interferenza distruttiva sopra i 2800Hz; per quella frequenza il campo sonoro è molto direttivo e quindi l'interferenza nel punto di ascolto risulta attenuata.

7. Trasduttori elettroacustici

La scelta di utilizzare altoparlanti elettrodinamici a bobina mobile è dovuta ai seguenti vantaggi:
1) Facile reperibilità sul mercato: Agli altoparlanti dinamici di questo tipo è infatti affidata la riproduzione del suono nella maggior parte dei casi (impianti Hi-Fi, sale cinematografiche, computer, radio, televisori).
2) Caratterizzazione standard: Proprio per il fatto della loro grande diffusione, è stato necessario trovare un metodo comune per poter descrivere il comportamento del singolo trasduttore. I *parametri di Thiele & Small*, insieme alla curva di emissione in frequenza e al diagramma polare rendono facilmente caratterizzabile un altoparlante. Possiamo così prevedere approssimativamente il comportamento dell'altoparlante stesso senza avere la necessità di acquistarlo e successivamente testarlo.
3) Elevato rapporto [potenza acustica]/[peso]: Gli altoparlanti a bobina mobile, pur avendo un peso ed un ingombro abbastanza contenuto assicurano un elevato rendimento acustico. Sia il peso che l'ingombro possono essere ulteriormente ridotti (anche del cinquanta per cento) utilizzando magneti al neodimio anziché i classici magneti in ferrite sinterizzata. Il problema del peso, trascurabile nel caso di un solo altoparlante, risulta essere questione primaria se il progetto prevede la sistemazione di dodici altoparlanti in un cabinet che deve essere facilmente trasportabile.
4) Ampio range di frequenza: Vi sono altoparlanti specializzati per bande di frequenza più o meno elevate: partendo dalle basse si trovano *sub-woofer*, *woofer*, *mid-range e tweeter*. Nei sistemi di riproduzione audio solitamente si utilizzano combinazioni di più tipi di altoparlanti in modo da poter coprire tutta la banda di

frequenze udibili. Il segnale, opportunamente filtrato da apparecchiature elettroniche dette *crossover*, viene inviato all'altoparlante più adatto a riprodurre quella frequenza. Trasduttori mid-range in grado di scendere in basso in frequenza sono detti *extended-range* e sono quelli più adatti per la riproduzione di segnali di test di utilizzati per analisi di acustica ambientale.

5) Ingombri ridotti: A parità di potenza fornita, gli altoparlanti hanno dimensioni diverse in base alla gamma di frequenze da riprodurre. Un buon altoparlante per basse frequenze ha bisogno di spostare un maggior volume d'aria rispetto ad un tweeter e quindi deve avere un diaframma molto più ampio e con una grande escursione. In questo modo, però, risulta essere un pessimo riproduttore di frequenze acute: un diaframma grande fa sì che si verifichino, oltre ad una certa frequenza, effetti di auto-risonanze che compromettono la corretta riproduzione audio. Frequenze acute hanno invece bisogno di una membrana leggera, rigida e con una piccola escursione.
Per il range di frequenza necessario per la sorgente in progetto, può andare bene un trasduttore con diametro nominale di circa 100 mm.

Riepilogando i punti trattati fino ad ora, si possono riassumere le specifiche di progetto dei trasduttori come segue:

- Risposta in frequenza sufficientemente ampia per riprodurre con efficienza tutte le frequenze richieste dalle normative (100÷6300Hz);
- Cono da 100 mm per ridurre l'ingombro;

Il prodotto utilizzato per il dodecaedro è un 4" di caratteristiche e di prestazioni eccellenti. Di seguito sono elencate le caratteristiche tecniche dei trasduttori impiegati nel progetto.

8. Caratteristiche generali

Range di frequenza	90-9000 Hz
Impedenza nominale	4 Ω
Potenza IEC	60 W_{RMS}
Potenza di programma	110 W_{RMS}
Potenza massima	150 W_{Peak}
Sensibilità (1W - 1m)	89 dB
Diametro della bobina	25 mm

9. Parametri Thiele & Small

R_E	3.4 Ω
F_S	110 Hz
Q_{MS}	2,75 -
Q_{ES}	0,52 -
Q_{TS}	0,43 -
V_{AS}	1,78 dm^3
BL	4,09 T/m

10. Dati meccanici

Materiale cono	Cellulosa smorzatatrattata e impermeabile
Materiale della sospensione	Tela
Peso totale	650 g
Diametro massimo	100 mm
Profondità massima	55 mm

Figura 4: Altoparlante

In Figura 5 è rappresentata, tramite un diagramma di Bode, la curva di impedenza di un singolo altoparlante.
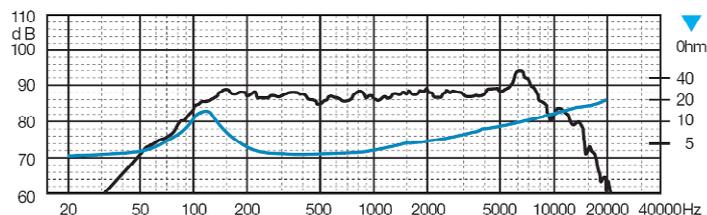
Figura 5: Curva di impedenza dello speaker

11. Materiale per il cabinet

Quando il diaframma di un altoparlante si muove sotto l'effetto della forza vibromotrice, si generano due perturbazioni nell'aria circostante: una compressione dal lato in cui in cono si sposta in avanti ed una rarefazione dal lato opposto. Queste due onde tendono ad annullarsi a vicenda essendo due onde in controfase e con origine spaziale praticamente coincidente; quest'effetto è più marcato per le basse frequenze, quando cioè la lunghezza d'onda è molto maggiore delle dimensioni fisiche del diaframma.
Per evitare che l'onda posteriore interferisca con l'onda anteriore, intorno all'altoparlante viene posto uno schermo che isola le due perturbazioni. Questo è il motivo fondamentale per il quale in tutti i sistemi di riproduzione audio gli altoparlanti sono posti dentro un apposito mobile in legno o in plastica. Si sarebbe portati

a pensare che la cassa in questione sia una cassa armonica, come quella dei violini o delle chitarre; in verità non deve amplificare il suono, ma semplicemente attutire l'onda sonora posteriore. Questo schermo deve avere alcune caratteristiche:
1) Deve essere fonoisolante. Non avrebbe senso uno schermo che lasci passare il suono, ovvero le vibrazioni in controfase con il suono utile.
2) Deve essere rigido. Se non lo fosse, le variazioni di pressione all'interno farebbero vibrare le pareti generando onde sonore all'esterno della cassa acustica in fase con l'onda interna e quindi in controfase con l'onda esterna.
3) Non deve risuonare. Deve essere insomma di un materiale amorfo, che entri in risonanza il meno possibile. Il truciolare o il legno multistrato danno certamente molte più garanzie del legno massello, perché più amorfi, senza venature che potrebbero indurre a risonanze. Anche i materiali plastici sono da prendere in considerazione, soprattutto per i bassi costi nel caso di produzione su larga scala. Nel nostro caso la scelta è quella del legno MDF: un materiale che assicura buona resistenza con un peso ed un costo limitato, il tutto associato ad una facile lavorabilità.

12. Struttura di supporto

Per un corretto utilizzo della sorgente sonora è necessario inserire nella struttura alcuni particolari quali:
1. Manicotto per il collegamento del dodecaedro al treppiede;
2. Maniglia;
3. Golfare.

Sia il manicotto che il golfare devono opporsi al peso della struttura ed è quindi opportuno collocarli sulla stessa retta d'azione della forza che devono bilanciare. Delle infinite rette passanti per il baricentro, risulta più adatta quella passante anche per due vertici opposti del solido. I punti a maggiore distanza dal trasduttore, per ogni singola faccia, risultano infatti essere i vertici e quindi, adottando questa soluzione, l'ingombro dei due particolari interferisce al minimo con le sedi degli altoparlanti.
I due sono inoltre collegati tra di loro con una barra filettata allo scopo di conferire una maggiore rigidità alla struttura ed una più uniforme distribuzione degli sforzi.

13. Collegamento al treppiede

Il collegamento con il treppiede avviene mediante l'innesto di una spina cilindrica sulla struttura di sostegno in un foro di pari diametro presente nel dodecaedro. In Figura 6 è rappresentato il disegno del particolare in questione.
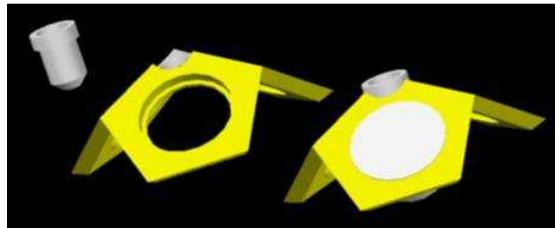
Figura 6: Manicotto per il collegamento al treppiede

Come si può notare dalla figura, l'ingombro del manicotto sulla superficie equivale ad una circonferenza con centro su un vertice; di questo si è dovuto tenere conto nel dimensionare i singoli pannelli per evitare che la sede per l'alloggiamento del manicotto vada ad interferire con la sede per l'altoparlante.
Per garantire una sufficiente stabilità, si è ritenuto necessario che la spina presente sul cavalletto affondi di qualche centimetro all'interno del manicotto. Questo comporta un ingombro notevole all'interno del cabinet dovuto anche al fatto che al di sopra della sede della spina si deve realizzare un foro cieco filettato per la connessione alla barra. Per evitare che il manicotto stesso interferisca con gli altoparlanti è necessario asportare del materiale. La forma troncoconica assicura la necessaria tenuta alla barra filettata (lo spazio utilizzato da filetti utili rimane invariato) e allo stesso tempo consente una sufficiente riduzione dell'ingombro.

14. Aggancio del golfare e maniglia

Sul vertice superiore, diametralmente opposto al manicotto e ad esso collegato tramite la barra filettata, è presente il golfare.

Questo particolare svolge una doppia funzione:

1. all'esterno, da la possibilità trattenere o di appendere il dodecaedro;
2. all'interno, si collega con il manicotto tramite una barra per evitare che, appendendo la sorgente, si stacchi dalla struttura.

La maniglia è posta lateralmente al dodecaedro e consente di sollevarlo e maneggiarlo agevolmente. Sul lato opposto rispetto alla posizione della maniglia sono posti cinque piedini che consentono di appoggiare il dodecaedro su superfici piane.

15. Connettore

Il tipo di connessione con il sistema di amplificazione è stata realizzata attraverso un connettore a 4 contatti Speakon. Ovviamente questa scelta comporta un minimo di predisposizione per quanto riguarda il cavo di alimentazione ed il connettore.
I trasduttori installati possono sopportare una potenza nominale di 60 W_{RMS} che implica, su un carico nominale minimo di 4 Ω, una potenza elettrica complessiva del sistema pari a 720 W.
In Figura 7 è riportata un'immagine della spina e della presa.

Figura 7: Spina e presa

16. L'assemblato

Considerando l'ingombro dei trasduttori collocati nei centri faccia e delle relative griglie, oltre ai particolari collocati sui vertici, è possibile determinare la dimensione ideale del pentagono che permette di sfruttare al meglio lo spazio senza avere interferenze tra i componenti né eccessivi spazi vuoti. Questo comporta che la sfera risultante abbia un diametro di circa 290 mm. La Figura 8 mostra il modello tridimensionale della struttura in legno assemblata. In Figura 9 è possibile osservare il prototipo finito in legno MDF, verniciato con vernice antigraffio resistente all'acqua come si conviene ad un'apparecchiatura professionale.
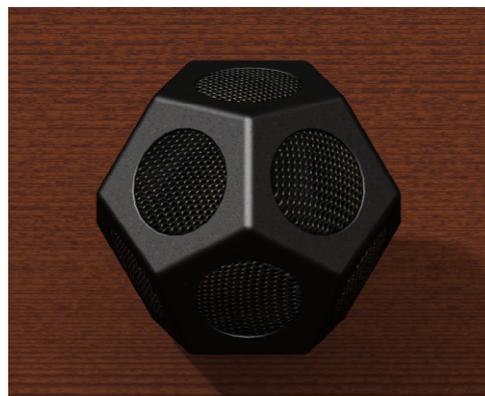
Figura 8: Cabinet

Figura 9: Dodecaedro completo

17. Test di tenuta in potenza della sorgente

Al fine di caratterizzare l'erogazione della potenza sonora da parte della sorgente sono state eseguite delle prove di tenuta in potenza secondo lo standard AES2-1984-(r1997) (ANSI S4.26-1984) – "AES Recommended Practice Specification of Loudspeaker Components Used in Professional Audio and Sound Reinforcement". In base a tale normativa la sorgente sonora deve essere pilotata con rumore rosa che si estenda una decade al di sopra del limite inferiore di frequenza di interesse (90-900Hz). Tale rumore rosa deve essere filtrato con un filtro Butterworth avente pendenza di 12 dB/ottava. Inoltre il rapporto fra la tensione di picco e il valore RMS della tensione deve essere pari a 2 (si ammette una differenza massima fra queste due quantità pari a 6dB).
La sorgente deve essere pilotata con potenze elettriche man mano più elevate, determinate attraverso la formula:

$$W = \frac{V_{RMS}^2}{Z_{Min}}$$

Tale potenza deve essere mantenuta per due ore in modo continuo. La prova si intende superata qualora la variazione delle caratteristiche acustiche fra l'inizio ed il termine della prova sia inferiore al 10%. Durante il test deve essere monitorata la temperatura dei magneti.
Le prove condotte sul sistema **ODS 12** hanno dimostrato che, pilotando il sistema attraverso l'amplificatore fornito in dotazione, le specifiche dello standard AES2-1984-(r1997) (ANSI S4.26-1984) – "AES Recommended Practice Specification of Loudspeaker Components Used in Professional Audio and Sound Reinforcement" sono rispettate.

18. Caratteristiche elettriche ed acustiche dell'assemblato

Per poter eseguire la prova di tenuta in potenza si è reso necessario determinare le caratteristiche elettriche dell'intero assemblato. In particolare, per determinare la potenza di alimentazione del dodecaedro, ha rivestito fondamentale importanza la definizione dell'impedenza elettrica associata alla sorgente. La configurazione delle connessioni elettriche per questo tipo di prova ha previsto il collegamento tre reti da quattro speaker posti in parallelo su un singolo canale in bridge. Il valore di impedenza misurato, e quindi utilizzato nelle valutazioni che seguono, conformemente a quanto disposto dalle raccomandazioni AES, è il valore minimo dell'impedenza, pari a 5.5 Ω.
In seguito ad una serie di prove è stato deciso di fornire, a ciascuno dei quattro canali, con il tipo di collegamento fra gli altoparlanti specificato precedentemente, una prudenziale tensione di alimentazione di 23,7 V. In questo modo ogni rete da 4 altoparlanti è stato alimentato con una potenza pari a:

$$W_{RMS}\,(4\ altoparlanti) = \frac{V_{RMS}^2}{Z_{Min}} = \frac{23{,}7^2}{5{,}5} = 102\text{W}$$

Per rifornire l'intera sorgente, è stato necessario erogare attraverso l'amplificatore una potenza W_{RMS} *(per 12 altoparlanti)* di circa 310 W distribuita su 1 canale da 4 Ω nominali.

Le principali caratteristiche dell'amplificatore *sono le seguenti:*

Potenza, (4 Ohm)	600 W_{RMS} (component tolerance dependent)
Impedenza d'ingresso	20 kΩ (bilanciato)
Larghezza di Banda (Hz)	20 - 20000 +0dB /- 1dB
Alta Potenza d'uscita:	900 W_{RMS} su 4 Ω

19. Prove sperimentali

Le prove sperimentali per determinare la tenuta in potenza della sorgente hanno avuto luogo il giorno 09 agosto 2008. E' stata utilizzata una strumentazione così composta:

- Multy Analyzer System Bruel & Kjaer PULSE Type 3560
- Schede di acquisizione Bruel & Kjaer Type 3015
- Fonometro Bruel & Kjaer Type 2260
- Calibratore B&K 4228
- Termometro Versatile L.C.D. tipo Versatherm 707
- Termocoppia tipo K

Il sistema di acquisizione dei parametri acustici è stato calibrato prima e dopo ogni sessione di misura e non si sono avuti scostamenti superiori a 0.1 dB.
Una scheda di acquisizione B&K 3015 collegata all'uscita AC del fonometro 2260 è stata usata per verificare il livello di pressione sonora mediato su una rotazione di 360° della sorgente intorno all'asse verticale , rilevando lo spettro ad intervalli regolari al fine di monitorare la resa acustica della sorgente.
La seconda scheda B&K 3015 è servita per monitorare la tensione di alimentazione degli speaker al fine di mantenere sotto controllo eventuali problemi di power compression. La temperatura interna è stata monitorata incollando una termocoppia di tipo K sul circuito magnetico di uno degli speaker.
La temperatura durante le varie fasi della prova, la tensione di alimentazione di ciascun gruppo di altoparlanti e la pressione sonora mediata su un giro della sorgente sono esposte in Tabella 1.

Tabella 1: Andamento di Temperatura, Tensione e Livello di pressione nel corso della prova

Tempo trascorso [min]	Temperatura [℃]	Tensione [V]	Lp [dB(L)]
0	26,5	23,7	116,1
30	41,3	23,7	115,8
60	42,5	23,7	115,8
90	43,6	23,7	115,7
120	45,0	23,7	115,6

Il livello di pressione sonora è stato misurato sul raggio della sfera avente come centro il baricentro della sorgente e con una superficie di $1m^2$. Quindi è sostanzialmente pari al livello di potenza sonora erogata dalla sorgente.
Conformemente a quanto stabilito dai criteri della normativa AES, dopo 4 ore di raffreddamento del sistema di riproduzione, quando la temperatura interna della sorgente è risultata pari a 26,6℃, si è verificato che il dodecaedro non avesse subito variazione delle prestazioni superiore al 10%. Il livello di pressione sonora misurato in tali condizioni, con tensione di alimentazione pari a 23,7 V, è risultato pari a 116,1 dB.
In virtù delle prove eseguite secondo lo standard AES, è stato possibile attestare che la sorgente sonora omnidirezionale è in grado di erogare con continuità e senza perdita di prestazioni una potenza sonora è pari a 116 dB re 1pW.
Distribuendo la potenza sulle bande di terzi d'ottava fra 100 e 5000 Hz senza equalizzazione, è stata eseguita un'ulteriore prova portando al limite lo stadio di pilotaggio della sorgente. La potenza sonora erogata dalla sorgente è stata pari a 120 dB re 1 pW. In Figura 10 è riportata la distribuzione in frequenza della potenza sonora generata.
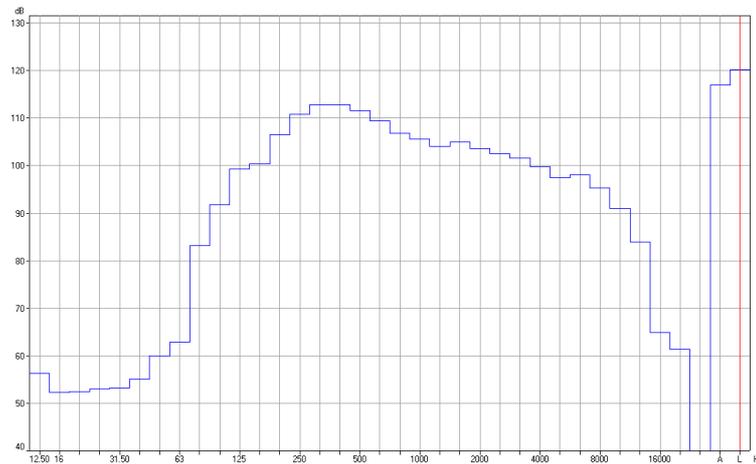
Figura 10: Distribuzione in frequenza della potenza sonora senza equalizzazione

Con lo scopo di migliorare la risposta in frequenza della sorgente è stata eseguita un'ulteriore prova equalizzando opportunamente la potenza elettrica in uscita dall'amplificatore, ottenendo la distribuzione in frequenza del livello di potenza sonora rappresentata in Figura 11. In questo caso la potenza sonora raggiunta è stata pari a 110 dB re 1pW.
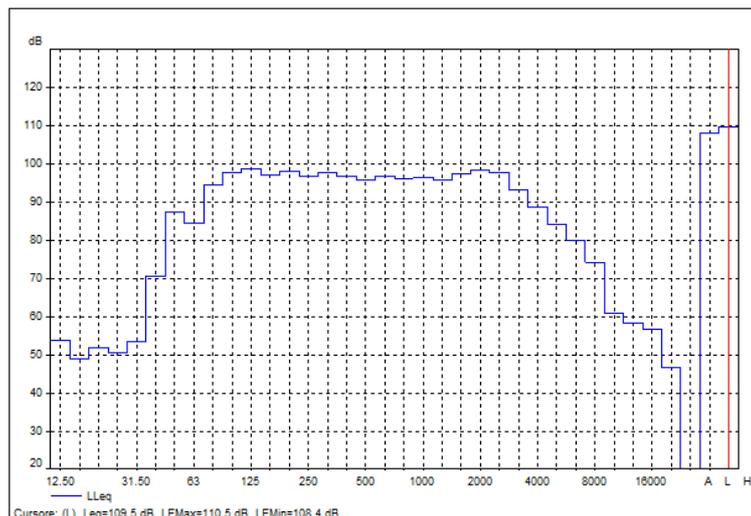
Figura 11: Potenza sonora equalizzata della sorgente in bande di 1/3 di ottava

20. Verifica delle caratteristiche di direttività

Conformemente alle disposizioni delle normative internazionali ISO 140, DIN 52210 e ISO 3382, è stata effettuata anche una verifica della direttività della sorgente sonora.
Tale determinazione è stata eseguita ponendo la sorgente in campo libero e alimentandola con 1W di potenza. Il microfono è stato quindi posizionato a 1,5 m di distanza dall'asse della base utilizzata per far ruotare la sorgente.
La catena di misura utilizzata è la stessa illustrata precedentemente per la prova di tenuta in potenza.
E' stato quindi misurato il livello equivalente di pressione sonora sul piano medio della sorgente ad 1,5 m di distanza dall'asse, per intervalli corrispondenti a 2,5°di rotazione della sorgente intorno al suo as se verticale.
I corrispondenti diagrammi di tolleranza secondo le normative ISO 3382 e ISO 140 sono riportati nelle Figure 11 e 12.
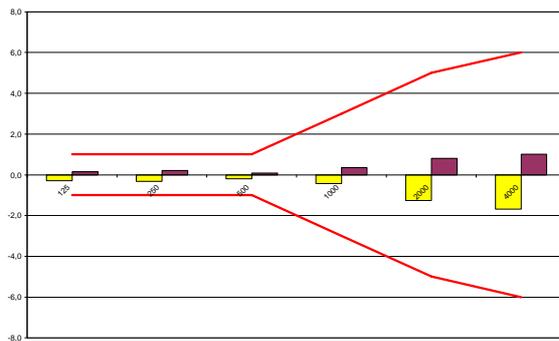
Figura 11: Verifica dell'indice di direttività in frequenza secondo lo standard ISO 3382
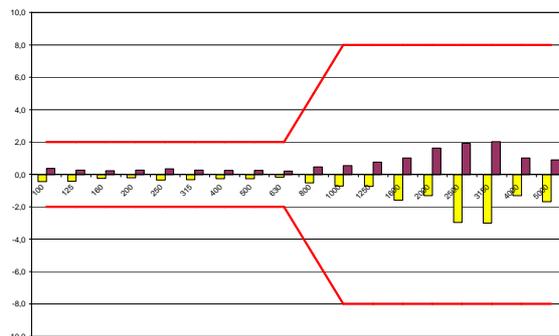
Figura 12: Verifica dell'indice di direttività in frequenza secondo lo standard ISO 140

21. Funzionamento del sistema

In questa sezione verranno spiegati i comandi presenti sul pannello del sistema di generazione / amplificazione e le modalità di utilizzo.

21.1 Descrizione del pannello

Il pannello è composto da due parti principali Figura 13:
- La sezione di controllo dell'alimentazione (Figura 14);
- La sezione di controllo del segnale (Figura 15).
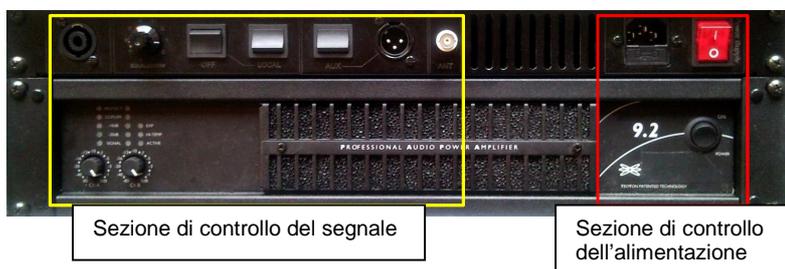
Figura 13: Pannello di controllo del sistema

21.2 Sezione di controllo dell'alimentazione
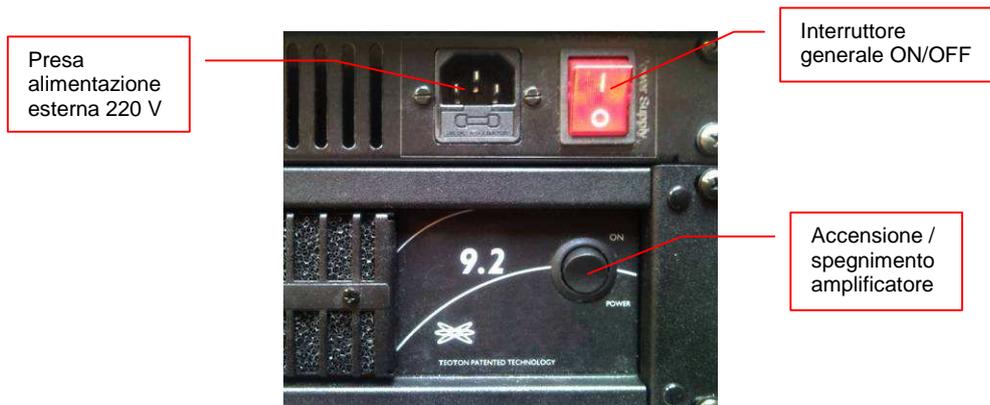
Figura 14: Sezione di controllo dell'alimentazione

Per attivare il sistema operare nel seguente modo:

- Collegare il cavo di alimentazione alla presa di alimentazione;
- Alimentare gli stadi di generazione, controllo remoto e logica posizionando l'interruttore generale sulla posizione ON;
- Accendere l'amplificatore disponendo il commutatore su ON.

21.3 Sezione di controllo del segnale
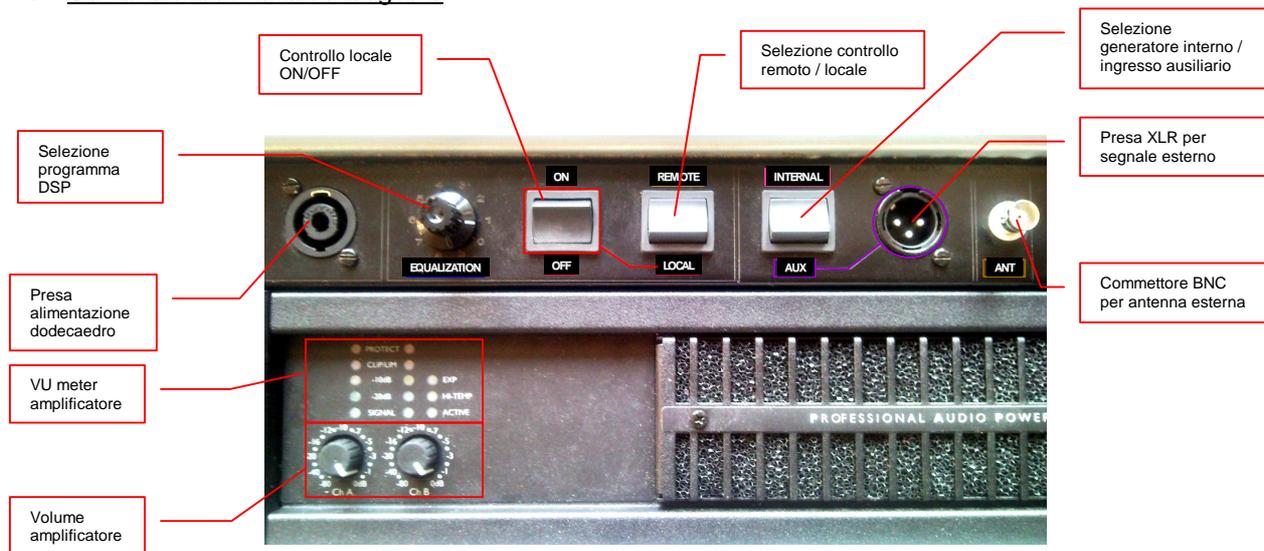
Figura 15: Sezione di controllo del segnale

- Collegare la spina Speakon del cavo di alimentazione del dodecaedro alla presa a pannello;
- Innestare la antenna 433 MHz in dotazione sul connettore BNC;
- Selezionare il tipo di sorgente che si intende utilizzare (generatore interno o segnale da sorgente esterna). Se si seleziona l'ingresso AUX collegare un dispositivo esterno attraverso il connettore XLR alla destra del pulsante di selezione;
- Agire sul pulsante di selezione controllo locale / remoto a seconda che si voglia azionare la sorgente tramite il pulsante alla sinistra del selettore o attraverso il telecomando in dotazione. Il pulsante del telecomando che attiva/disattiva la sorgente è il primo dall'alto verso il basso. Premere una volta per attivare la sorgente, una seconda volta per disattivarla.
- Scegliere il programma della DSP desiderato attraverso la manopola del selettore. Sono disponibili 10 programmi, di cui 2 riservati. Al momento della consegna tutti i programmi sono impostati in modo da

avere sempre in uscita rumore rosa equalizzato. Su richiesta è possibile avere preimpostato anche due programmi per l'equalizzazione di una cassa di facciata (in genere il numero 2 e il numero 3) o un programma non equalizzato per la generazione di rumore alla massima potenza disponibile.

- Infine aumentare il livello di uscita dell'amplificatore fino al valore desiderato tramite le due manopole poste sull'amplificatore.

22. Dati del Produttore

La sorgente Omnidirezionale **ODS-12** è stata progettata e prodotta da:

System Integrators

di Piana Giovanni
Via Monte Rosa, 1
25069 Villa Carcina – Brescia – Italia
PIVA 01680950985
CCIAA BS REA 463623
e-mail: ***info@ariel-logic.it***
N°Iscrizione RAEE: IT 0802 000000 3044

23. Revisioni e note

Edizione 1.0 – Dicembre 2008
Edizione 1.1 – Febbraio 2009

24. Bibliografia

UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione. UNI EN ISO 140 - Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio, 1999.

DIN Deutsches Institut für Normung. DIN 52210 - Testing of acoustics in buildings; airborne impact and sound insulation, 1989.

ISO International Organization for Standardization. ISO 3382 - Acoustics - Measurement of the reverberation time of rooms with reference to other acoustical parameters, 1997.

AES (ANSI S.4.26-1984) - AES Recommended Practice Specification of Loudspeaker Components Used in Professional Audio and Sound Reinforcement, 1984.

Università degli Studi di Brescia. Studio, realizzazione ed analisi di una sorgente sonora omnidirezionale - Tesi di Laurea, A.A. 2000/2001.

Distributore per l'Italia:

Il prodotto può essere modificato ed innovato, sia esteticamente che funzionalmente, senza alcun preavviso.